

Title	輪帯エバネッセント照明による回路パターン付き Si ウエハ表面異物欠陥計測法に関する研究
Author(s)	吉岡, 淑江
Citation	
Issue Date	
oaire:version	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48417
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について ご参照 ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏 名	吉 岡 淑 江
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 2 1 1 7 3 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 19 年 3 月 23 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科機械システム工学専攻
学 位 論 文 名	輪帯エバネッセント照明による回路パターン付き Si ウエハ表面異物欠陥計測法に関する研究 Study on Measurement of Particulate Defects for Patterned Wafers using Annular Evanescent Light Illumination
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 高谷 裕浩 (副査) 教 授 竹内 芳美 教 授 山内 和人 助教授 榎本 俊之 東京大学大学院工学系研究科助教授 高橋 哲

論 文 内 容 の 要 旨

本研究はエバネッセント光を用いた、高感度インプロセス回路パターン付き Si ウエハ表面異物欠陥計測法の開発を目的として行われた。近年、半導体デバイスの高性能化への要求に応じて、回路線幅の微細化が急速に進んでおり、製造工程においてデバイスの信頼性を確立し、歩留まりの向上を図るために、インプロセスで高感度に微小欠陥を検出する能力と欠陥を評価する機能を備えた計測法が求められている。本論文は、高屈折率マイクロ半球レンズ底面に輪帯ビームを集光することで生成される輪帯エバネッセント照明により、回路パターン付き Si ウエハ表面上の付着異物を高感度検出し、そのエバネッセント散乱光パターンを解析することで、回折限界の制約をうけることなく異物欠陥を評価する新しい計測原理を提案し、数値理論解析および基礎実験による検討を行い、本計測手法の有効性を検証した。

第 1 章「緒論」では、研究の背景および従来のインライン欠陥計測法についてまとめ、本研究の必要性和目的について述べた。

第 2 章「測定原理」では、本手法が基礎とするエバネッセント光学理論と Fourier 変換光学理論についてふれ、本論文で提案する欠陥計測原理を述べた。

第 3 章「FDTD 法による欠陥検出シミュレーション」では、エバネッセント照明により、90nm half pitch の Cu 配線パターン表面上の粒径 90 nm Cu 付着異物欠陥を S/N 比約 4.0 で検出可能であることを示し、本手法の妥当性を検証した。

第 4 章「装置の設計および試作」では、計測装置の設計・開発を行い、構築した光学系の照明特性を検証し、理論値どおりの輪帯エバネッセント照明光になっていることを確認した。

第 5 章「エバネッセント散乱光パターン検出実験」では、約 200 nm half pitch の擬似回路パターン表面上の粒径約 220 nm の異物欠陥を、Air gap を 220 nm～270 nm に設定することで、回路パターンから生じるバックグラウンド光の影響をうけることなく検出することに成功し、ナノメートルオーダーの異物欠陥の検出可能性を示唆する結果を示した。

第6章「FDTDシミュレーションによる欠陥検出特性の解析」では、入射光をP偏光、回路配線を入射面に対して平行に設定することが高感度な欠陥検出条件であり、この条件下50 nm half pitch 配線パターン表面上の粒径50 nm Cu欠陥を検出可能であることを示した。

第7章「輪帯エバネッセント照明の走査による欠陥計測実験」では、本手法のインプロセス化を目的とした走査欠陥計測法を提案し、第6章で得られた光学条件に基づき、約180 nm half pitch 擬似回路パターン表面上に付着した粒径170 nmの異物欠陥試料を用いて走査実験を行うことで、本手法のインプロセス適用可能性を示した。

第8章「結論」では、各章で得られた結論をまとめ、本論文で得られた成果を総括した。

論文審査の結果の要旨

近年、半導体デバイスの高性能化への要求に応じて、回路線幅の微細化が急速に進んでおり、製造工程においてデバイスの信頼性を確立し、歩留まりの向上を図るために、インプロセスで高感度に微小欠陥を検出する能力と評価する機能を備えた計測法が求められている。本論文は、高屈折率マイクロ半球レンズ底面に輪帯ビームを集光することで生成される輪帯エバネッセント照明により、回路パターン付きSiウエハ表面上の付着異物を高感度検出し、そのエバネッセント散乱光パターンを解析することで、回折限界の制約をうけることなく異物欠陥を評価する新しい計測原理を提案する。そして数値理論解析および基礎実験による検討を行い、本計測手法の有効性を検証するものである。主な成果を要約すると以下の通りである。

- (1) FDTD (Finite-Difference Time-Domain) シミュレーション解析から、エバネッセント照明により50 nm half pitchの銅配線パターン付きSiウエハ表面上の粒径50 nm異物欠陥 (Cu) を検出可能であることを示し、本提案手法の妥当性を示している。
- (2) エバネッセント照明光学系とエバネッセント散乱光検出光学系からなる計測装置を構築し、AFM用探針先端を擬似微小異物欠陥として用いエバネッセント散乱光検出基礎実験を試みている。その結果から、本装置によるエバネッセント検出能力が確認され、ナノメートルオーダーの微小異物欠陥の検出可能性が示唆されている。
- (3) FIB (Focused Ion Beam) 加工機により作製された約200 nm half pitchの擬似回路パターン表面上の粒径約220 nmの異物欠陥を、Air gapを220 nm～270 nm以上に設定することで、回路パターンから生じるバックグラウンド光の影響をうけることなく異物欠陥を検出することに成功している。
- (4) 本手法のインプロセス化を目的として、回路パターン表面にビーム走査を行うことによって欠陥位置を特定する走査欠陥計測法を提案する。そして、約180 nm half pitch 擬似回路パターン表面上に付着した粒径170 nmの異物欠陥試料を用いて走査実験を行うことで、本手法がインプロセス計測への適用可能性を有することを示唆している。

以上のように、本論文は輪帯エバネッセント照明による回路パターン付きSiウエハ表面異物欠陥計測法について論じたもので、その成果は回路パターン付きウエハ検査技術に関する貴重な知見を与えるものであり、精密工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。